



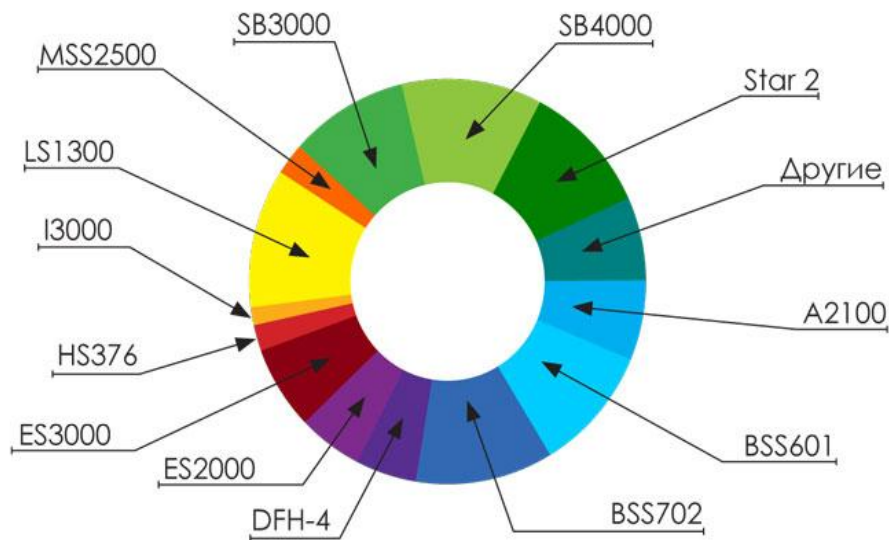
Спутниковые системы наблюдения и связи

Тема 7.

Существующие спутниковые системы связи

д.тн, с.н.с. Ключников В.Ю.
(ЦНИИ машиностроения)

Платформы КА ССТ



Разработка и производство платформ сосредоточено на 14 фирмах:

США: Space Systems/Loral (SS/L), Lockheed Martin (LM), Boeing, Orbital Sciences Corporation (OSC);

Европы: EADS Astrium, Thales Alenia Space (TAS);

России: АО «Информационные космические системы» (ИСС), ГКНПЦ им. М.В.Хруничева, РКК «Энергия».

Индии: Indian Space Research Organisation (ISRO),

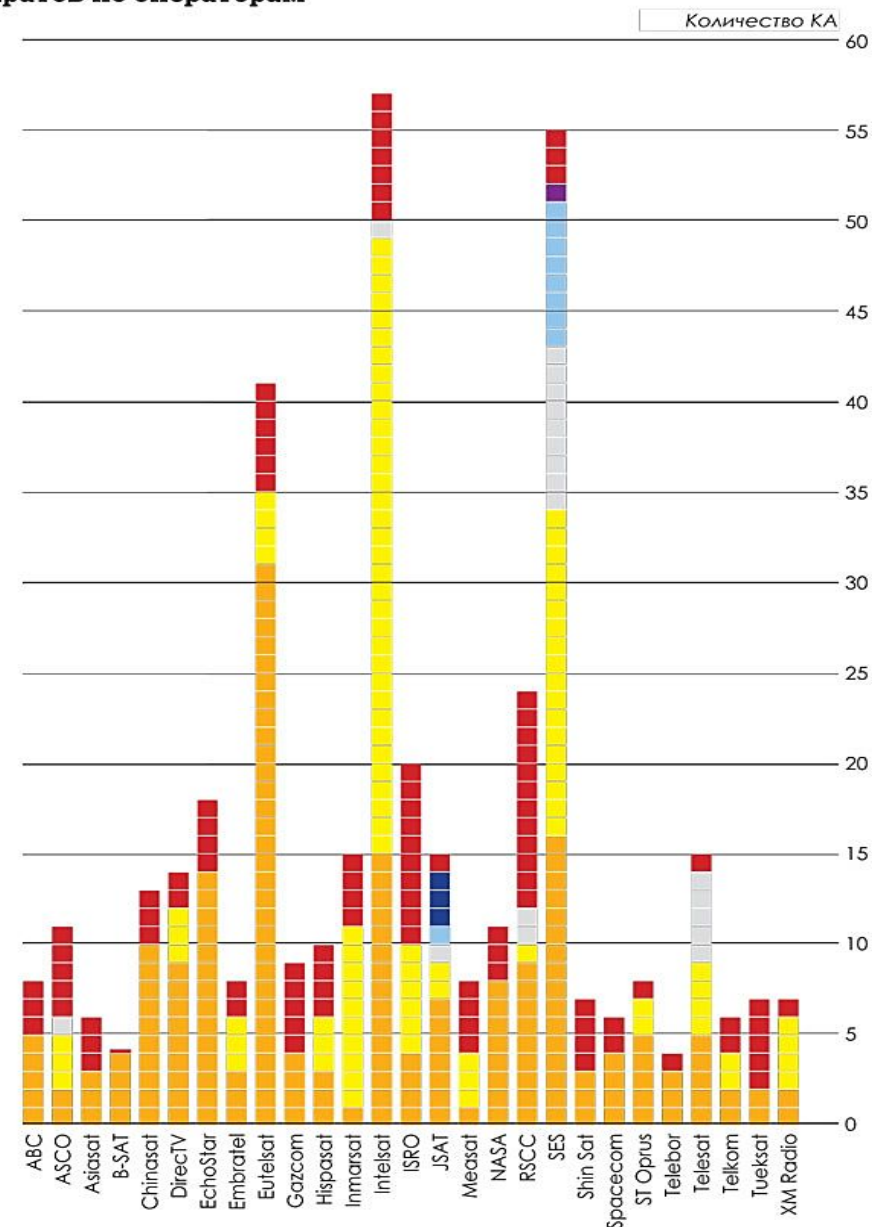
Китая: China Academy of Space Technology (CAST);

Японии: Mitsubishi Electric (MELCO), NEC;

Израиля: Israel Aerospace Industries (IAI).

Американскими фирмами произведено 60% установленных и эксплуатируемых платформ, европейскими – 25%.

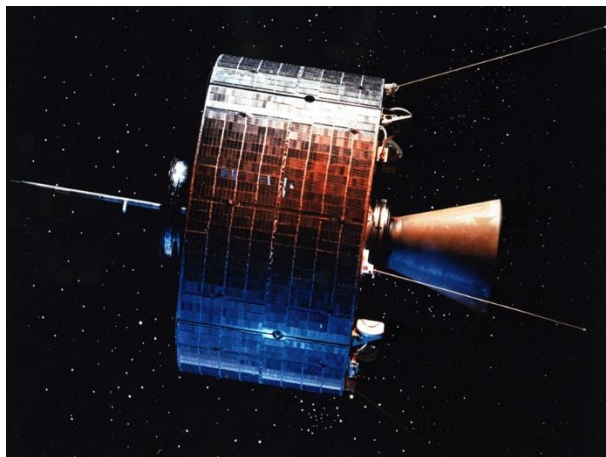
Распределение космических аппаратов по операторам



На фоне всех операторов по объему космических группировок резко выделяются три организации: Intelsat, SES S.A., Eutelsat. В совокупности они владеют около 40% космического флота. Как проявление тенденций к укрупнению рынка отметим, что половина спутников связи принадлежит 10% операторов.

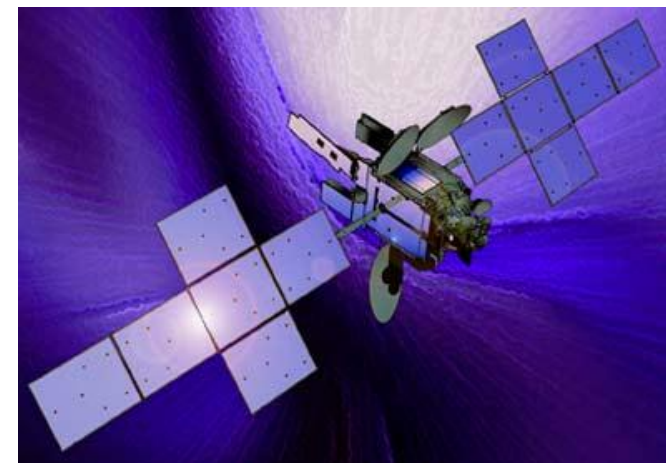
В 1962-ом г. президентом США Джоном Кеннеди был подписан документ (Communication Satellite Act), в котором закладывались основы регулирования новой индустрии — спутниковой телекоммуникации. 20 августа 1964 года 11 стран (СССР в их число не вошёл) подписали соглашение о создании международной (межгосударственной) организации спутниковой связи Intelsat (International Telecommunications Satellite organization). Позже преобразована в коммерческую компанию. Космическая группировка Intelsat состоит из 55 телекоммуникационных спутников. Intelsat - крупнейшая спутниковая компания в мире.

К середине 2000 года членами Intelsat были 144 страны. Российским участником консорциума является **Государственное предприятие «Космическая связь»** (Russian Satellite Communications Company). Крупнейшим акционером консорциума являются США. Американская компания **Cosat Corp.** владеет 20,4 % акций. Главный офис расположен в Люксембурге



Первый в мире спутник коммерческой связи **Early Bird (Intelsat 1)**. Выведен на ГСО 06.04.1965 г. Телекоммуникационное оборудование спутника позволяло осуществлять двустороннюю спутниковую связь по 240 каналам и транслировать две телевизионные передачи. Масса спутника - 39 кг. Мощность – 40 Вт. Количество транспондеров – 1.

10 поколений
спутников





























Космический аппарат связи **Intelsat Americas 8 (Telstar 8, 9)**. Выведен на ГСО 23.06.2005 г. Обеспечивает работу систем голосовой и видеосвязи, а также систем передачи данных. Масса 5,5 т. На спутнике установлены: 28 ретрансляторов С-диапазона, 36 ретрансляторов Ки-диапазона и 24 ретранслятора Ка-диапазона. Общая мощность излучения его транспондеров в конце 15-летнего срока эксплуатации должна составлять 16 кВт.

Через **24 спутника** системы Intelsat, размещенных группами над Атлантическим, Индийским и Тихим океанами передается примерно 2/3 международного телефонного трафика стран-участниц и осуществляется почти весь ТВ обмен, часть стволов сдается в аренду.

МОКС «Интерспутник» — международная межправительственная организация по предоставлению услуг спутниковой связи. Основана 15 ноября 1971 года в Москве, в организацию вошли Советский Союз и восемь социалистических государств: Польша, Чехословакия, ГДР, Венгрия, Румыния, Болгария, Монголия и Куба. «Интерспутник» был создан как ответ стран Варшавского договора на основание западной организации Intelsat.

После распада СССР состав организации изменился. Некоторые из постсоветских государств отказались от участия, но добавились другие страны. По состоянию на 2018 год в организацию входят 26 стран (членов организации «Интерспутник»), которые представлены национальными организациями связи (участниками организации «Интерспутник»).

-  Азербайджан
-  Афганистан
-  Белоруссия
-  Болгария
-  Венгрия
-  Вьетнам
-  Германия (как правопреемник ГДР)
-  Грузия
-  Индия
-  Йемен
-  Казахстан
-  Киргизия
-  КНДР
-  Куба
-  Лаос
-  Монголия
-  Никарагуа
-  Польша
-  Россия
-  Румыния
-  Сирия
-  Сомали
-  Таджикистан
-  Туркмения
-  Украина
-  Чехия



«Интерспутник» предоставляет телекоммуникационным операторам и корпоративным пользователям частотно-энергетический ресурс на **17 геостационарных спутниках связи**.

Пользуясь статусом международной межправительственной организации, «Интерспутник» заявил собственный орбитально-частотный ресурс в 25 позициях на геостационарной орбите, который используется для реализации совместных с заинтересованными партнерами проектов по созданию новых систем спутниковой связи.

В июне 1997 года было создано совместное предприятие «Локхид Мартин Интерспутник», в которое в качестве партнеров вошли «Интерспутник» и корпорация «Lockheed Martin», оператор одноимённых спутников.

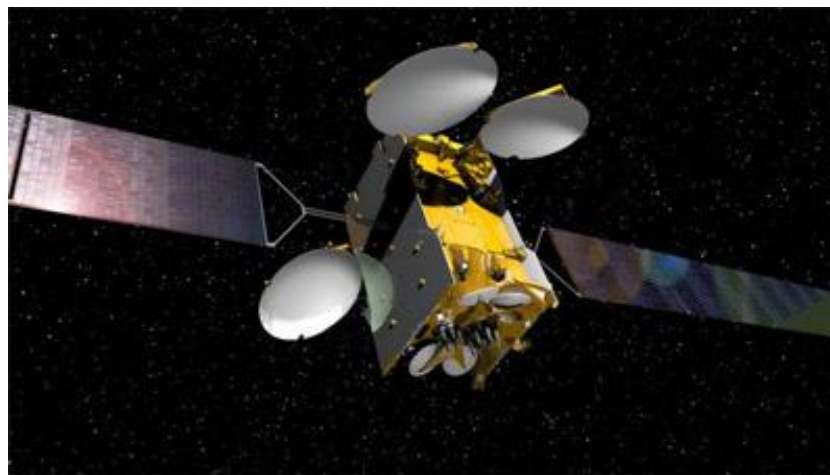
Услуги спутниковой телефонной связи на основе спутникового ресурса «Интерспутник» предоставляются

«Интерспутник» работает в области орбитально-частотного ресурса: Организацией предоставляется правами на использование частотных присвоений ряда заявленных в МСЭ спутниковых сетей, обеспечивает их международно-правовую защиту и международную частотную координацию. Такая работа была начата еще в середине 1990-х, и ставило целью совместное освоение этого ресурса с заинтересованными партнерами.

Компания SES основана в 1986 году под названием Société Européenne des Satellites. Первый спутник (Astra-1A) был выведен на орбиту в 1988 году. В настоящее время SES является оператором спутниковой связи и первой компанией, обеспечившей доставку дифференцированных и масштабируемых услуг геостационарных спутников и спутников на средней околоземной орбите. Компания располагает 55 геостационарными спутниками с 1536 действующими транспондерами и 12 спутниками на средней околоземной орбите. SES разрабатывает вспомогательные услуги и комплексные решения под ключ в четырех ключевых рыночных вертикалях (передача видео, связь для бизнеса, подвижная связь и связь для госсектора). SES предоставляет услуги спутниковой связи для вещательных компаний, контент и интернет-провайдеров, операторов мобильной и фиксированной связи, а также деловым и правительственным структурам.



Телекоммуникационный спутник **Астра 1А** — первый ИСЗ Люксембурга и серии «Астра». Выведен на ГСО 11.12.1988 г. Предназначался для ретрансляции радио- и телепрограмм в аналоговом и цифровом форматах европейской компанией SES (штаб-квартира в Люксембурге). Масса – 1,78 т. Количество транспондеров – 16. Мощность транспондера – 2,8 КВт. Срок активного существования 12 лет.



Телекоммуникационный спутник **Астра 5В (HYLAS 2В)** — один из последних спутников серии «Астра». Выведен на ГСО 22.03.2014 г. Предоставляет услуги непосредственного спутникового вещания (DTH), а также доставку сигналов для операторов кабельного (DTC) и наземного цифрового ТВ (DTT). Масса – 5,72 т. Количество транспондеров – 40 Ku 3 Ka - диапазона. Мощность транспондера – 2,8 КВт. Срок активного существования 15 лет.



Полностью электрический спутник связи **SES 15** (переход с ГПО на ГСО осуществляется за счет ЭРД). Выведен на ГСО 17.05.2017 г. Количество транспондеров (Ku-диапазона) – 16. Масса спутника – 2,3 т. Срок активного существования 12 лет. Этот спутник должен продемонстрировать повышенное техническое совершенство и снижение стоимости изделия за счет использования 3D-печати (в состав космического аппарата входит более 50 напечатанных деталей).

O3b - первая действующая негеостационарная (среднеорбитальная) HTS-система

Оператор системы	SES (O3b Networks)
Зона обслуживания	Зона обслуживания в широтной полосе до 45 град (граничный угол места 20 град)
Число ИСЗ (орбита)	До 16
Параметры орбиты	H= 8063 км, i = 0°,
Срок службы ИСЗ	7,5 - 10 лет
Мощность солнечных батарей	1100 Вт
Масса спутника	700 кг
Рабочий диапазон частот:	Вверх: 27,6 – 29,1 ГГц Вниз 17,8 – 19,3 ГГц (Ka - диапазон).
Число лучей	16 лучей
Пропускная способность ИСЗ,	До 16 Гбит / с на спутник
Задержка сигнала	< 150 мс



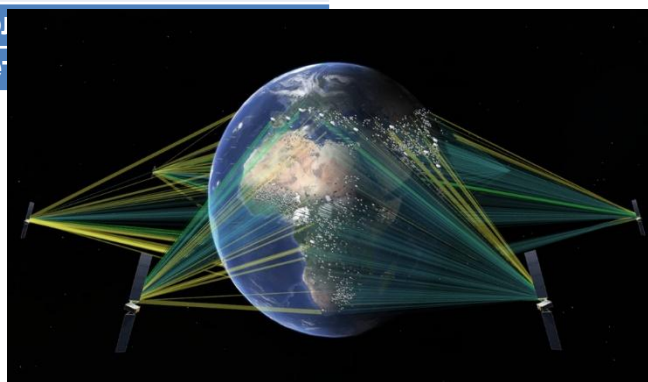
O3b – космическая группировка коммуникационных спутников компании “O3b Networks”, для обеспечения высокоскоростного недорогого доступа в интернет и услуг мобильной связи. Спутники разрабатывались на заказ компанией “Thales Alenia Space”.

В апреле 2016 года O3b Networks продала контрольный пакет акций спутниковому оператору SES (Société Européenne des Satellites, Люксембург).

Главное достоинство O3b – малая задержка сигнала по сравнению с геостационарными спутниками (по оценкам экспертов SES до 20% международного рынка передачи данных для систем правительственной, мобильной и корпоративной связи сильно зависит от степени задержки сигнала).

SES планирует нарастить группировку до глобальной системы O3b mPOWER следующего поколения. В сентябре 2017-го компания заключила контракт с американской корпорацией Boeing на строительство первых 7 сверхмощных спутников этой системы. После запуска в 2021-ом они должны покрыть 80 % поверхности Земли. Аппараты обеспечат около 10 терабит общей пропускной способности.

В гарантированную зону радиовидимости (ГЗРВ) группировки (угол места 20 град) входят 7 станций сопряжения

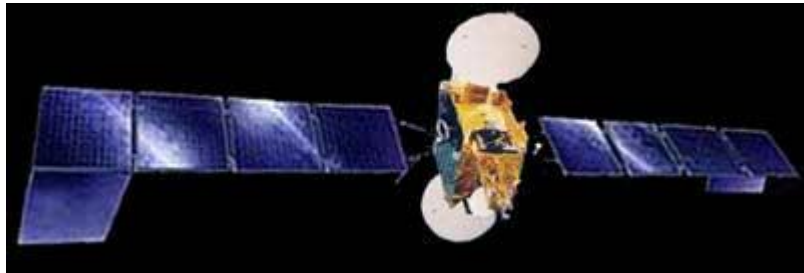


Сравнение орбиты O3b с орбитой ГСО

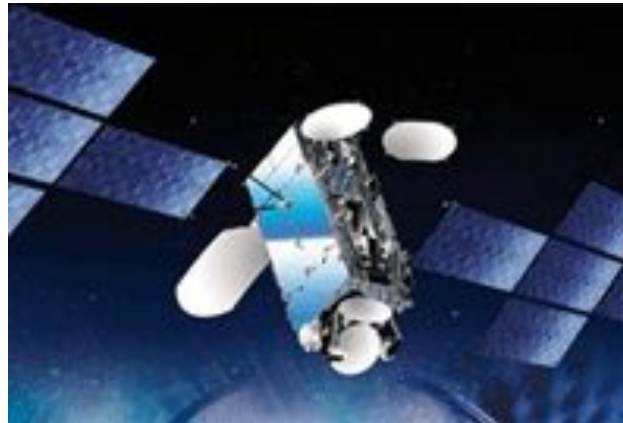
- в 4.8 раза ближе к Земле по сравнению с ГСО (высота орбиты 8,062 км)
- более низкая стоимость запуска, несколько спутников на один запуск
- на 13 дБ ниже потери распространения по сравнению с ГСО
- улучшение бюджета радиолинии
- в 20 раз ниже требования к мощности по сравнению с ГСО, основываясь на снижении потерь распространения
- меньшие по размеру спутники, меньше вес солнечных панелей, батарей и т.д.
- Задержка менее 150 мс (туда-обратно)
- становятся возможными большее количество услуг и применений
- Использует следящие земные станции
- Предназначены для определенных типов фиксированных и всех подвижных применений

Оператор спутниковой связи Eutelsat (Франция)

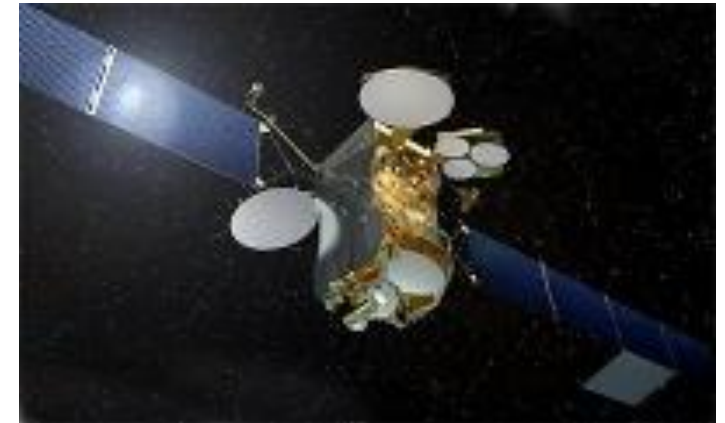
Французский оператор спутниковой связи Eutelsat занимает первое место по величине оборота среди операторов спутниковой связи в мире. Крупнейшими акционерами Eutelsat являются British Telecom (17,5 % акций), France Telecom (23,1 %) и Deutsche Telekom (10,9 %). Российские ДТН-операторы ФГУП «Космическая связь», НТВ Плюс и Триколор ТВ используют спутник Eutelsat 36B. Компания Eutelsat арендует емкость на спутнике ФГУП «Космическая связь» Экспресс-АМУ1 и осуществляет её продажу под коммерческим наименованием Eutelsat 36C. Также компания Eutelsat заключила с ФГУП «Космическая связь» 15-летние договоры аренды транспондеров спутников непосредственного телевидения "Экспресс-АТ1" и "Экспресс-АТ2".



Спутник связи **Eutelsat W1**. Выведен на ГСО 06.09.2000 г. Масса – 3,25 т. Срок активного существования – 12 лет. Количество транспондеров: 28 Ku.



Спутник связи **EUTELSAT 16A**. Выведен на ГСО 10.07.2011 г. Масса – 5,4 т. Срок активного существования – 15 лет. Количество транспондеров: 53 Ku , 3 Ka. Мощность - 12 КВт.



Спутник связи **EutelSat 172B**. Выведен на ГСО 06.01.2017 г. Масса – 3,5 т. Срок активного существования – 15 лет. Количество транспондеров: 36 Ku , 14 C. Мощность - 13 КВт. Первый спутник компании Airbus, не использующий апогейные ДУ на химическом топливе. Обладает широкими возможностями по реконфигурации.

Компания Eutelsat, располагающая **39 геостационарными спутниками**, которые обеспечивают охват двух третей населения земного шара, является ведущим в Европе и третьим в мире оператором спутниковой связи. Спутники оператора обеспечивают услуги связи для наземных, морских и воздушных абонентов. Они применяются для ретрансляции ТВ-вещания на индивидуальные антенны и головные станции кабельных сетей, для организации спутникового сбора новостей и обмена телепрограммами. Кроме того, спутники Eutelsat обеспечивают широкий круг услуг фиксированной и подвижной связи, поддержку доставки ТВ-программ, корпоративных сетей связи, широкополосного доступа для поставщиков Интернет-услуг, а также рынков наземного, морского и авиационного транспорта.

Операторы российских сегментов иностранных систем спутниковой связи, разрешенных в России



Оператор системы	Iridium Satellite LLC
Зона обслуживания	Глобальная
Число ИСЗ (орбита)	66 + 6÷7 резервных
Параметры орбиты	H=781 км, i= 86,4° (резервные спутники – на H=650 км), 6 плоскостей
Срок службы ИСЗ	7 лет
Мощность солнечных батарей	1430 Вт
Масса спутника	680 кг
Рабочий диапазон частот:	<p>Телефон — спутник (L-диапазон) 1616 — 1626,5 МГц</p> <p>Спутник — наземная станция (K-диапазон) 19,4 — 19,6 ГГц</p> <p>Наземная станция — спутник (K-диапазон) 29,1 — 29,3 ГГц</p>
Число лучей	48 лучей (6 АФАР по 8 лучей)
Пропускная способность ИСЗ,	Скорость передачи цифрового потока в L-диапазоне при телефонной связи составляет 4800 бит/с, при передаче данных — 2400 бит/с.

Межспутниковая радиолиния:

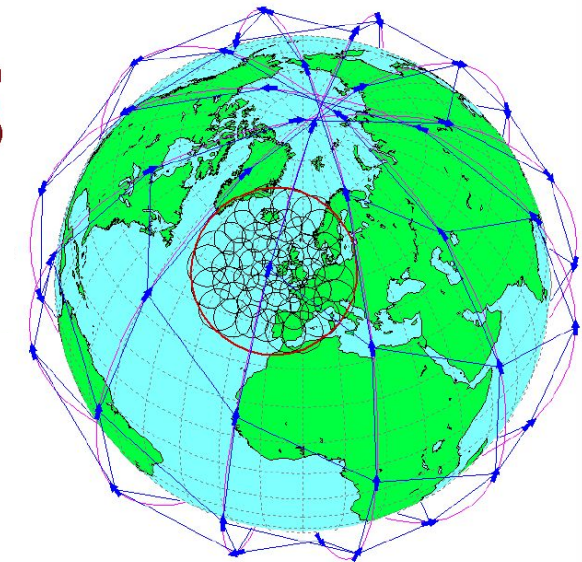
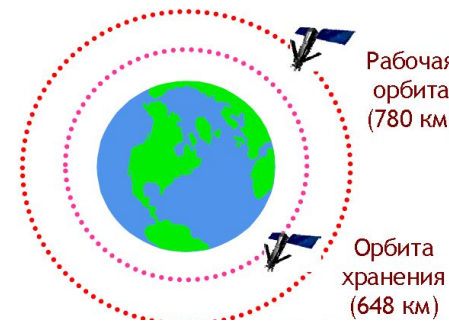
рабочий диапазон частот: К-диапазон: 23,18 — 23,38 ГГц
 пропускная способность: 10 Мбит/с



Спутник Iridium

Система Iridium была введена в эксплуатацию 1 ноября 1998 года. Группировка КА состояла из 66 основных и 6 резервных спутников. Однако через 9 месяцев, - 13 августа 1999 года, - компания Iridium Communications начала процедуру банкротства. Сервис был снова запущен в 2001 году вновь созданной компанией Iridium Satellite LLC, принадлежавшей группе частных инвесторов. Несмотря на оценку спутников, оборудования и собственности Iridium в 6 млрд. долл. инвесторы приобрели компанию за 25 млн. долл.

Сигнал, поступивший с телефонной трубки на ближайший спутник, передается на наземную базовую станцию, которая проверяет право использования услуг системы и вновь направляет сигнал на ближайший спутник Iridium. Сигнал, полученный от наземной базовой станции, по каналам межспутниковой связи передается абоненту, который может находиться в любом месте Земли.



Сегмент управления системой включает три основных элемента: четыре узла телеметрии, слежения и управления (ТТАС), расположенными в Аризоне и на Аляске (США), в Йеллонайфе и Иквалуите (Канада), сеть эксплуатационной поддержки и оперативный центр спутниковой сети (SNOC), расположенный в Вирджинии (США), со шлюзами в Аризоне и на Гавайях.

Оператор системы	Iridium Satellite LLC
Зона обслуживания	Глобальная
Число ИСЗ (орбита)	66 + 9 резерв
Параметры орбиты	H=780 км, i= 86,4° , 6 плоскостей
Срок службы ИСЗ	15 лет
Мощность солнечных батарей	2200 Вт
Масса спутника	860 кг
Рабочий диапазон частот:	Телефон — спутник (L-диапазон) 1616 — 1626,5 МГц Наземная станция — спутник (K-диапазон) 29,1 — 29,3 ГГц
Число лучей	48 лучей (6 АФАР по 8 лучей)
Пропускная способность ИСЗ,	До 128 кбит/с для мобильных терминалов и до 1,5 Мбит/с для терминалов класса Iridium Pilot marine (L - диапазон); до 8 Мбит/с для фиксированных/мобильных терминалов (Ka-диапазон)
Межспутниковая радиолиния:	
рабочий диапазон частот	K-диапазон: 23,18 — 23,38 ГГц
пропускная способность	10 Мбит/с
Стоимость системы	2,9 млрд. долл.

Iridium NEXT сохранит существующую «ячеистую» архитектуру орбитальной группы из 66 взаимосвязанных низкоорбитальных спутников, обеспечивая высокое качество передачи голоса и данных на всей поверхности планеты с покрытием океанов, линий воздушного сообщения и полярных широт.

В космосе каждый спутник Iridium NEXT взаимосвязан с 4-мя другими (с 2-мя в той же орбитальной плоскости и 2-мя в соседних плоскостях), образуя при этом единую динамическую ретрансляторную сеть с маршрутизацией трафика между спутниками, которая обеспечивает непрерывность соединения с сетью в любой точке Земли.

Эта уникальная конфигурация без промежуточного приземления сигнала на наземные станции защищает соединения, делая их не подверженными таким стихийным бедствиям как ураганы, цунами и землетрясения, от которых всегда в первую очередь страдают наземные станции.



Новые услуги:

- Гибкое использование пропускной способности.
- Передача голосовых данных повышенного качества.
- Услуги спутникового вещания и сетевого сервиса.
- Услуги диапазонов Ka-band.
- Частные сетевые станции сопряжения.
- Новое поколение спутников полностью совместимо со спутниками первого поколения.

- 1 – аппаратура AireonSM (глобальное слежение за воздушными судами)
- 2 – панель солнечной батареи
- 3 – антенна межспутниковой связи (Ka-диапазон)
- 4 – антенна основной нагрузки (L-диапазон)
- 5 антенны фидерного тракта (Ka-диапазон)

Аппараты Iridium NEXT также будут нести дополнительную полезную нагрузку для Aireon, Inc., которая получает данные системы ADS-B (англ. Automatic Dependent Surveillance-Broadcast – автоматическое зависимое наблюдение-вещание, используемое летчиками и авиадиспетчерами для управления воздушным движением) и сервиса FlightAware – для использования авиакомпаниями.

Спутниковая система персональной связи Globalstar (США)

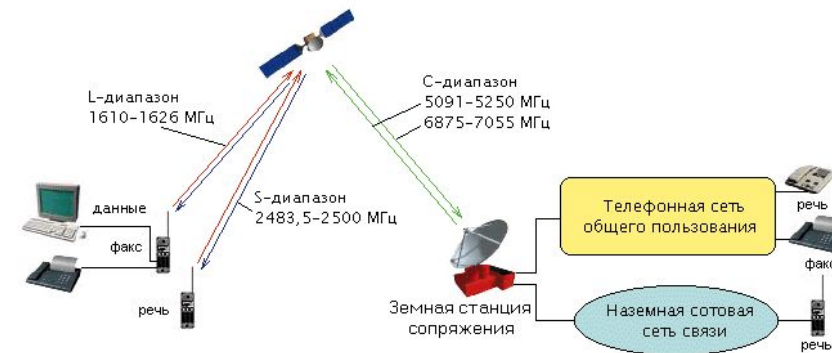
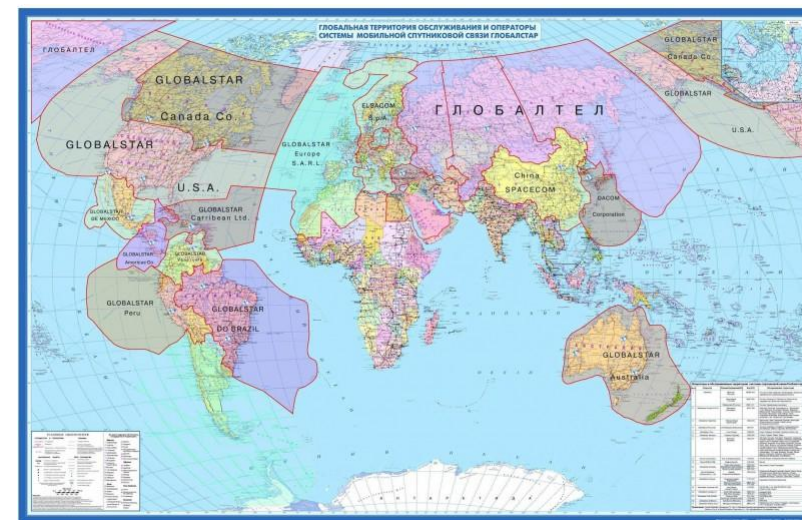
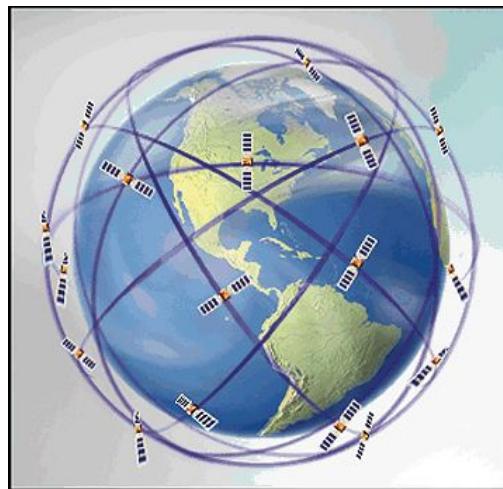
Оператор системы	Globalstar, Inc
Зона обслуживания	Квазиглобальная: 80% поверхности Земли (от 70° N до 70° S).
Число ИСЗ (орбита)	48 + 4 резервных
Параметры орбиты	H= 1414 км, i = 52°, 8 плоскостей
Срок службы ИСЗ	7,5 - 10 лет
Мощность солнечных батарей	1100 Вт
Масса спутника	450 кг
Рабочий диапазон частот:	Прием: 1610,0 — 1626,5 МГц (L- диапазон) и 5091,0 — 5250,0 МГц (S-диапазон). Передача: 2483,5 — 2500,0 МГц (S-диапазон) и 6875,95 — 7052,9 МГц (C - диапазон).
Число лучей	16 лучей
Пропускная способность ИСЗ,	Голосовая связь и низкоскоростной Интернет (9,6 Кб/с).
Задержка сигнала	< 150 мс

Межспутниковая радиолиния:

Связь между спутниками отсутствует

К 2007 г. выявилась проблема деградация усилителя S-диапазона вследствие прохождения спутников через **Бразильскую магнитную аномалию** на высоте орбиты 1414 км

Проект Globalstar был запущен в 1991 году как совместное предприятие корпораций Loral и Qualcomm. 24 марта 1994 года два спонсора объявили о формировании ТОО Globalstar с финансовым участием восьми других компаний, в том числе Alcatel, AirTouch, Deutsche Aerospace, Hyundai и Vodafone. В 2000 г. началась коммерческая эксплуатация 48 спутников и 4 резервных в Северной Америке, Европе и Бразилии. В феврале 2002 г. компании-операторы подали добровольные ходатайства в о банкротстве. После реструктуризации в 2004 г. была образована фирма Globalstar, Inc. В 2007 Globalstar запустила восемь дополнительных запасных спутников первого поколения в космос.

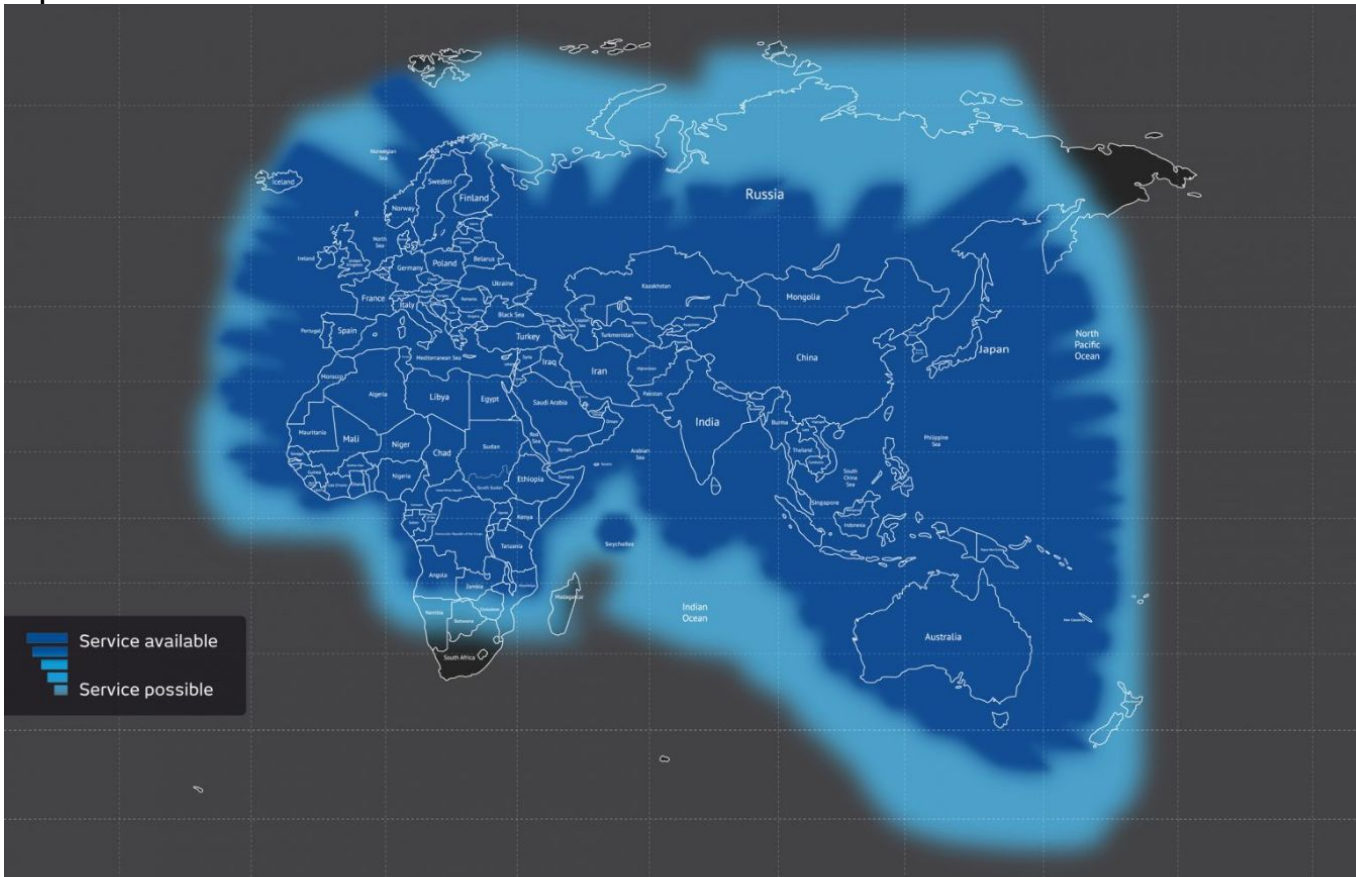


Наземный сегмент включает центр управления наземной сетью (GOCC), центр управления орбитальным сегментом (SOCC), сеть национальных и региональных станций сопряжения. Станции сопряжения являются важнейшей составной частью системы спутниковой связи Globalstar. С помощью них предоставляются надежные телекоммуникационные услуги связи для абонентов по всей зоне обслуживания.

Станции сопряжения осуществляют соединение абонентов через спутники со стационарными и сотовыми сетями телефонной связи. Т.е. они являются пунктами соединения между спутниковой системой связи Globalstar и существующими наземными сетями. Станции сопряжения содержат центры коммутации с базами данных, обеспечивают регистрацию и доступ абонентов к сети.

Спутниковая система связи Thuraya

Thuraya (от араб. الثريا — Плеяды, произносится Турайя) — региональный оператор спутниковой телефонной связи, зарегистрированный в Объединённых Арабских Эмиратах. Предоставляет услуги через авторизованных поставщиков. Работает в Европе, Средней Азии, Австралии и Африке. Оператор также предоставляет услуги доступа в Интернет через спутник под брендом ThurayaDSL. В настоящее время зона покрытия спутникового оператора Thuraya распространяется на всю территорию России за малыми исключениями, а также охватывает 156 стран евразийского континента.



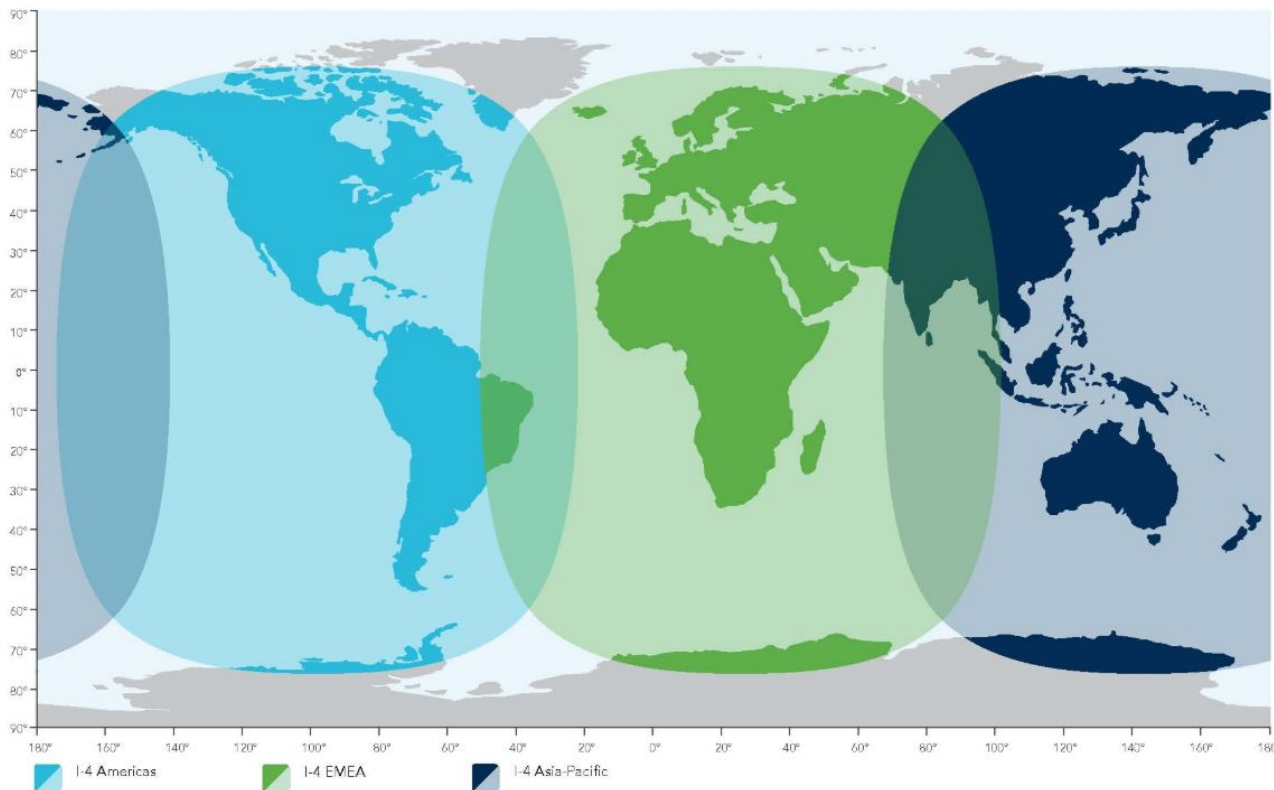
Космический аппарат Thuraya 3, изготовленный компанией "Боинг Сателлайт Системз" (BSS) на базе платформы Geo-Mobile. Выведен на ГСО 15.01.2008 г. Масса спутника – 5,25 т. Количество транспондеров – 2 (L-диапазон). Мощность – 11 КВт. Срок активного существования – 12 лет.

Система использует 3 спутника, находящихся на ГСО. Телефонные терминалы Турайя отличаются от других спутниковых телефонов, так как могут работать как в спутниковой сети, так и в наземных GSM-900 сетях других операторов. Турайя заключила роуминговые соглашения более чем с 200 GSM-операторами.

Глобальная спутниковая система связи Inmarsat

1
2

Компания INMARSAT (Инмарсат) была создана Международной морской организацией (ИМО) в 1979 году с целью повышения безопасности в море. Спутниковая группировка насчитывает 14 спутников на ГСО. Предоставляемые услуги включают в себя как обычную телефонную связь, так и передачу данных, а также передачу сигналов бедствия, сигналов европейской геостационарной службы навигационного покрытия EGNOS (англ. European Geostationary Navigation Overlay Service) и аналогичной американской системы WAAS. Услугами связи компании в 2012 пользовался ВМФ РФ, в связи с выходом из строя собственных каналов связи.

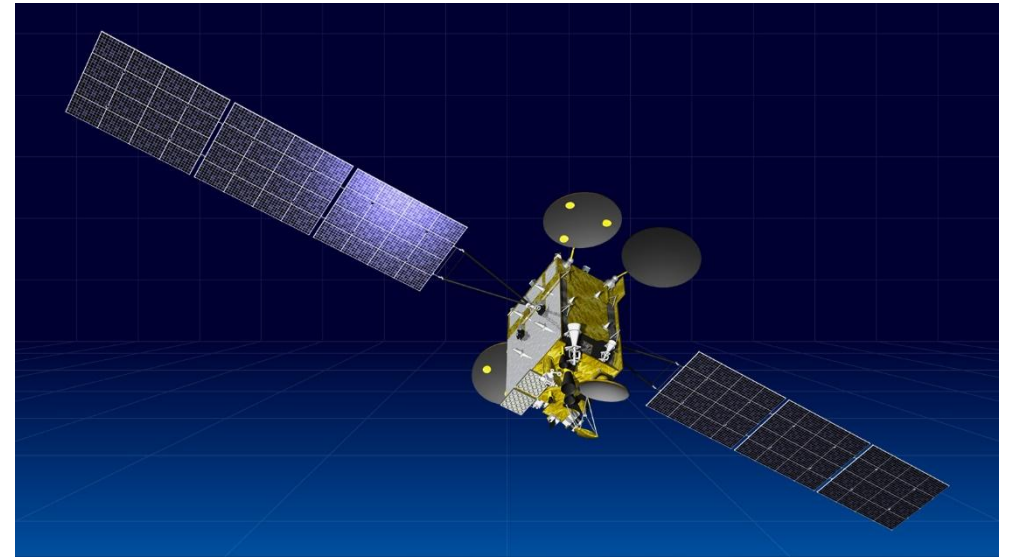
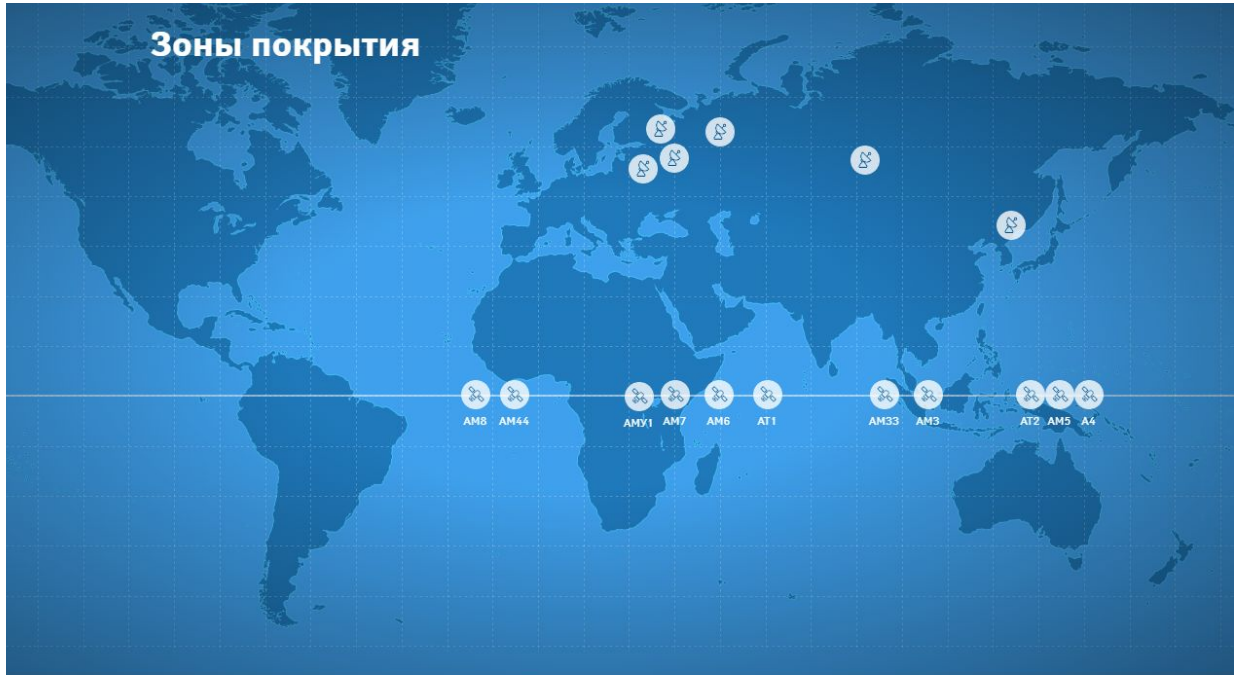


Космический аппарат пятого поколения **Inmarsat-5F4**, выведенный на орбиту 15.05.2017 г. Спутник создан компанией Boeing Satellite Systems на базе проверенной платформы 702HP. Масса спутника – 6,07 т. Срок активного существования – 15 лет. Количество транспондеров – 89 (Ka-диапазон). Мощность – 15 кВт. На базе группировки из 3-х идентичных КА пятого поколения Inmarsat на ГСО и сети из 6 наземных станций Inmarsat создает первую глобальную систему высокоскоростной широкополосной мобильной спутниковой связи Global Xpress (GX).

В настоящее время основная часть потока данных обрабатывается спутниками четвертого и пятого поколений. На территории Российской Федерации услуги сети Inmarsat предоставляет ФГУП «Морсвязьспутник». ФГУП «Морсвязьспутник» ведет переговоры с компанией Инмарсат о предоставлении на территории Российской Федерации услуг Инмарсат 5-го поколения GX.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Космическая связь» (ГП КС)

Федеральное государственное унитарное предприятие «Космическая связь» (ГП КС) - российский государственный оператор спутниковой связи, космические аппараты которого обеспечивают глобальное покрытие. Предприятие входит в десятку крупнейших спутниковых операторов мира по объему орбитально-частотного ресурса и обладает более чем 50-летним опытом создания и эксплуатации спутниковых систем связи и вещания в интересах государственных и коммерческих пользователей на территории Российской Федерации и большинства стран мира.



В хозяйственном ведении ГПКС находится самая крупная в России орбитальная группировка из **11 геостационарных спутников**, работающих в С-, Ku-, Ka- и L- диапазонах. Зоны обслуживания космических аппаратов ГПКС охватывают всю территорию России, страны СНГ, Европы, Ближнего Востока, Африки, Азиатско-Тихоокеанского региона, Северной и Южной Америки, Австралии.

Разветвлённая наземная инфраструктура ГПКС включает в себя пять телепортов – центров космической связи, расположенных на территории от Московской области до Хабаровского края, а также технический центр

Космический аппарат **Экспресс-AM8** (создан в АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва на основе платформы Экспресс-1000). Выведен на орбиту 14.09.2015 г. Назначение - предоставление телекоммуникационных услуг в России, а также странах Европы, Африки, Южной и Северной Америки, обеспечение президентской и правительственной связи. Масса – 2,163 т. Срок активного существования – 15 лет. Мощность – 5,4 кВт. Количество транспондеров: Ku – 16, С – 24, L – 2.

Акционерное общество «Газпром космические системы»

АО «Газпром космические системы» (до 01.12.2008 г. – «ОАО «Газком»») — дочерняя компания ПАО «Газпром», осуществляет космическую деятельность в области создания и эксплуатации телекоммуникационных и геоинформационных систем в интересах компаний Группы Газпром и других потребителей. Компания основана 2 ноября 1992 года.

«Газпром космические системы» создал, эксплуатирует и развивает систему спутниковой связи и вещания «Ямал», разрабатывает технологически новую для России систему аэрокосмического мониторинга «СМОТР». оказывает телекоммуникационные и геоинформационные услуги

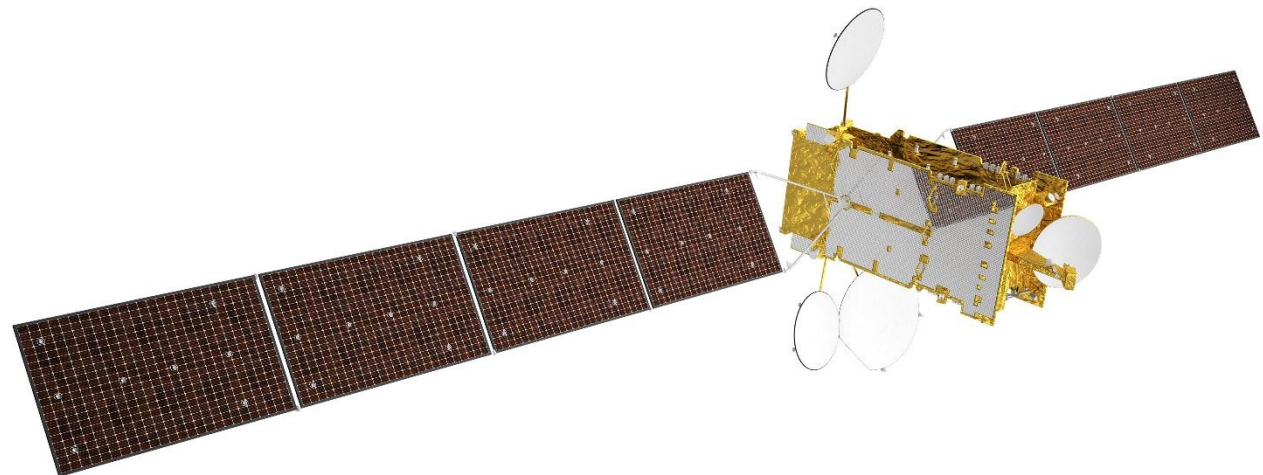
Система спутниковой связи и вещания «Ямал» включает в себя:

орбитальную группировку из 5 спутников «Ямал-601» (орбитальная позиция 49°в.д.), «Ямал-402» (55°в.д.), «Ямал-401» (90°в.д.), «Ямал-202» (перемещается в новую орбитальную позицию), «Ямал-300К» (183°в.д.), и наземный комплекс управления спутниками;

Телекоммуникационный центр и наземную инфраструктуру в составе более 400 земных станций спутниковой связи, эксплуатируемых в интересах компаний Группы Газпром, построенных на объектах добычи, транспорта, переработки, хранения и реализации газа;

Центр спутникового цифрового телевидения, обеспечивающий трансляцию телепрограмм и радиопрограмм через спутники «Ямал».

Основным потребителем услуг системы «Ямал» является ПАО «Газпром». Среди клиентов «Газпром космические системы» — государственные структуры, телевизионные компании, российские и зарубежные коммерческие сервис-провайдеры. «Газпром космические системы» является одним из двух российских национальных спутниковых операторов и входит в группу из примерно пятидесяти спутниковых операторов, существующих в мире.



Спутник Ямал-601. Создан фирмой Thales Alenia Space на базе платформы Spacebus-4000C4. Выведен на ГСО 30.05.2019 г. Масса спутника – 5,7 т. Мощность – 7,3 кВт. Срок активного существования – 15 лет. Количество транспондеров: С – 38, Ка – 20, Ки – 24. Для С-диапазона зона обслуживания полуглобальная, охватывающая видимую часть территории России, страны СНГ, Европу, Ближний Восток и часть Юго-Восточной Азии. Зона обслуживания в Ки-диапазоне включает только территорию России, в том числе Калининградскую область. Многолучевая зона обслуживания в Ка-диапазоне охватывает всю территорию России.

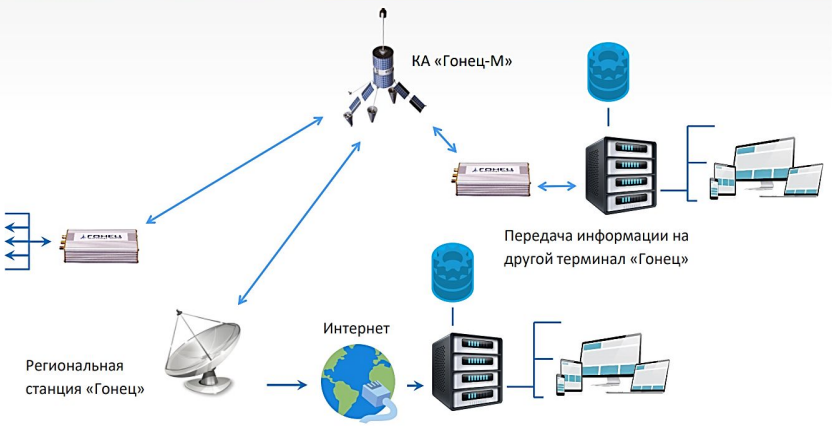
Многофункциональная система персональной спутниковой связи (МСПСС) «Гонец-Д1М»

Разработчик / изготовитель	АО «Информационные спутниковые системы имени академика М. Ф. Решетнёва»
Оператор системы	АО «Спутниковая система «Гонец»
Зона обслуживания	Глобально
Число ИСЗ (орбита)	24
Параметры орбиты	H= 1350-1500 км, i = 82,5°, 4 плоскости
Срок службы ИСЗ	5 лет
Мощность солнечных батарей	200 Вт
Масса спутника	280 кг
Рабочий диапазон частот:	«Космос – Земля» 387 – 390 МГц «Земля – Космос» 312 – 315 МГц
Число лучей (транспондеров)	16 лучей
Скорость передачи данных	«Космос – Земля» 9,6; 38,4; 76,8 кбит/с «Земля – Космос» 2,4; 4,8; 9,6 кбит/с
Объем сообщения	До 500 Кбайт



Межспутниковая радиопиния: Связь между спутниками отсутствует

- Назначение системы:**
1. Обмен сообщениями в глобальном масштабе
 2. Циркулярная передача сообщений группам пользователей
 3. Передача данных ГЛОНАСС/GPS местоположения объектов
 4. Передача телеметрической информации с контролируемых объектов в центры мониторинга



- ЦУС - Центр управления системой
- ЦУСК - Центр управления связным комплексом
- ЦС - Центральная станция
- КПУС - Комплекс предоставления услуг связи
- РС-2 - Региональная станция
- ЦУП - Центр управления полетом
- БЦ - Баллистический центр

Наземные региональные станции, планируемые к размещению

Наземные региональные станции

Многофункциональная космическая система ретрансляции (МКСР) «Луч»

Назначение: информационное обеспечение объектов РКТ, включая МКС, осуществления обмена телевизионными новостями и программами между телецентрами, проведения телемостов, телеконференций и репортажей, ретрансляции сигналов СДКМ МГНС ГЛОНАСС, Коспас-Сарсат, платформ данных агентства Росгидромет.

Орбитальная группировка:

Тип орбиты	геостационарная
Высота орбиты	35 800 км
Количество КА в орбитальной группировке	3
Покрытие земного шара	окологлобальное (до 72° С, Ю шир.)

Космический аппарат «Луч-5А»:

Масса	1140 кг
Срок активного существования	10 лет
Наклонение орбиты	(0÷5)°
Точность удержания позиции	0,2° по долготе
Мощность системы электропитания	2200 Вт



Космический аппарат «Луч-5А» создан в АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнева» на основе негерметичной платформы среднего класса «Экспресс-1000».

Tracking and Data Relay Satellite — TDRS (Спутник сопровождения объектов и передачи данных)

Назначение: организация связи и обмена информацией между низколетящими объектами (спутниками, МКС, воздушными шарами, самолетами, в том числе ударными БПЛА) и наземными станциями.

Орбитальная группировка: 7 КА типа TDRS

Космическая система TDRS:

Масса КА	3454 кг
Срок активного существования КА	15 лет
Высота орбиты КА	35 800
Количество КА в системе	6
Мощность системы электропитания КА	3500 Вт



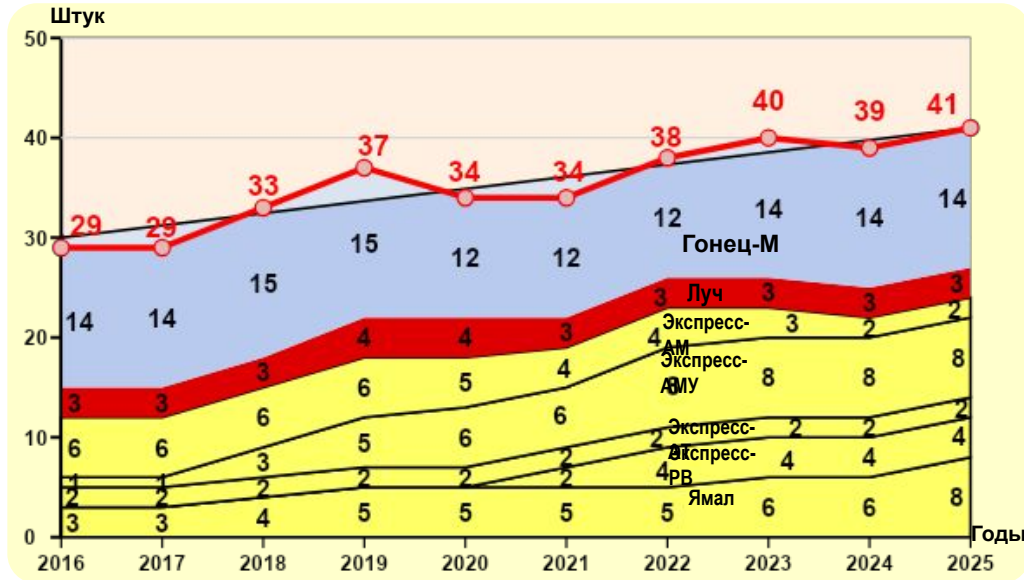
Полезная нагрузка КА TDRS-M (выведен на ГСО 18.08.2017 г.) аппарата состоит из:

1. Фазированного массива антенн, которые используются для связи с другими КА.
2. Двух 15 футовых антенн, предоставляющих возможность передачи данных с МКС и других научных аппаратов.
3. Антенн Ku диапазона.
4. Антенн Ka диапазона (совместимы с Европейскими и Японскими системами ретрансляции), позволяющих достигать общей емкости аппарата до 800 мбит в секунду.

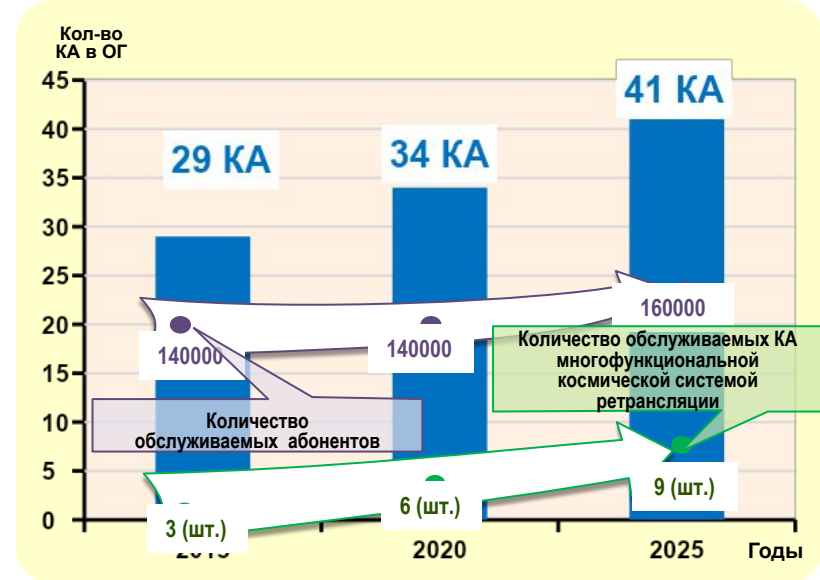
КА TDRS-M создан фирмой Boeing Satellite Systems на базе платформы

Развитие состава орбитальной группировки информационных космических систем

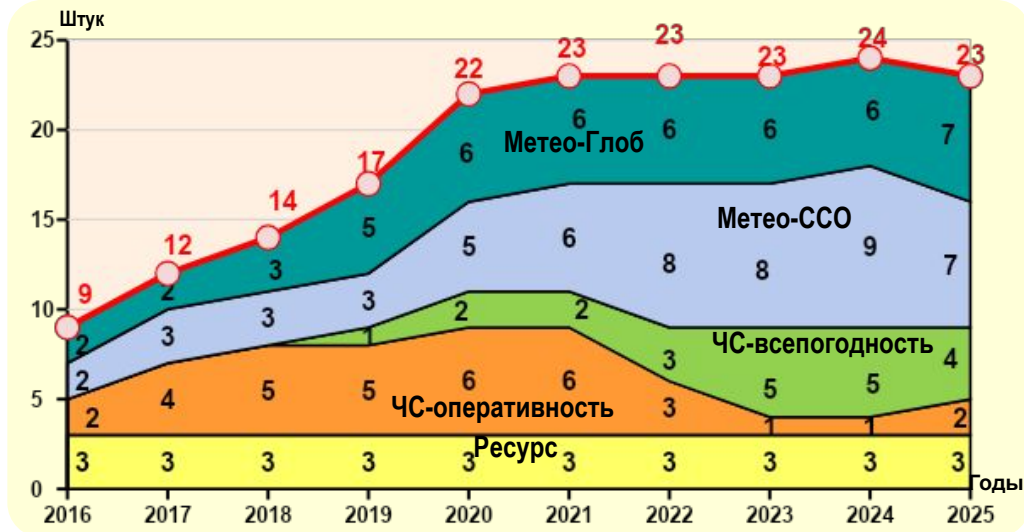
Связь, вещание и ретрансляция



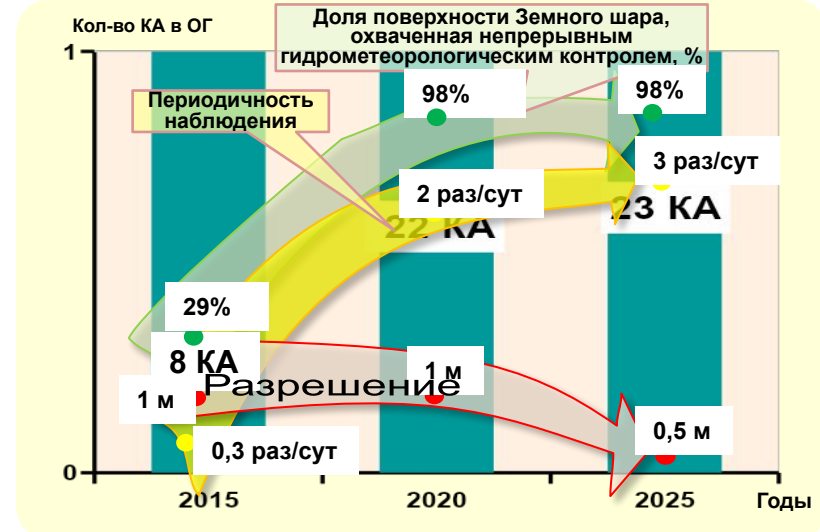
Основные характеристики космических средств связи



Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)



Основные характеристики космических средств ДЗЗ



Преимственность КА связи разработки АО «ИСС» им. Решетнева

Более **1250** космических аппаратов и более **40** типов космических систем изготовлено и успешно запущено



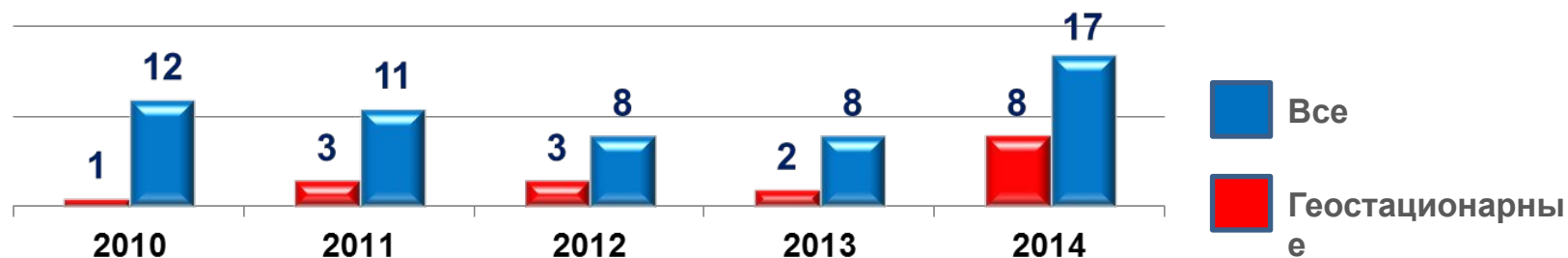
Геостационарные коммерческие спутники связи разработки ИСС, 2010-2014 гг.

№	Спутник	Заказчик	Число транспондеров (в эквиваленте 36 МГц)	Мощность полезной нагрузки	Стартовая масса спутника, кг	Тип платформы «Экспресс»
1	AMOS-5	SpaceCom (Израиль)	68 (C, Ku)	5880	1900	1000H
2	ЯМАЛ-300К	ГКС (Россия)	52 (C, Ku)	5880	1900	1000H
3	ЭКСПРЕСС-AM5	ГПКС (Россия)	151 (C, Ku, Ka)	12700	3360	2000
4	ЭКСПРЕСС-AM6	ГПКС (Россия)	143 (C, Ku, Ka)	12700	3400	2000
5	ЛЫБИДЬ	Укркосмос (Украина)	28 (Ku)	5880	1800	1000H
6	ЭКСПРЕСС-AM8	ГПКС (Россия)	44 (C, Ku)	5880	2100	1000H
7	ЭКСПРЕСС-AT1	ГПКС (Россия)	32 (Ku)	5600	1800	1000H
8	ЭКСПРЕСС-AT2	ГПКС (Россия)	16 (Ku)	3000	1250	1000K
9	ЯМАЛ-401	ГКС (Россия)	85 (C, Ku)	11000	3000	2000
10	КАЗСАТ-3	РЦКС (Казахстан)	36 (Ku)	5300	1750	1000H
Итого транспондеров:			655			

■ В эксплуатации

■ Готовы к запуску

Общее число спутников ИСС, запущенных в 2010-2014 гг.



КА разработки и изготовления АО «ИСС» на базе платформы «Экспресс»

КА на базе
платформы
«Экспресс-1000К»



Луч-5А
Луч -5В
Экспресс-АТ2

КА на базе
платформы
«Экспресс-1000Н»



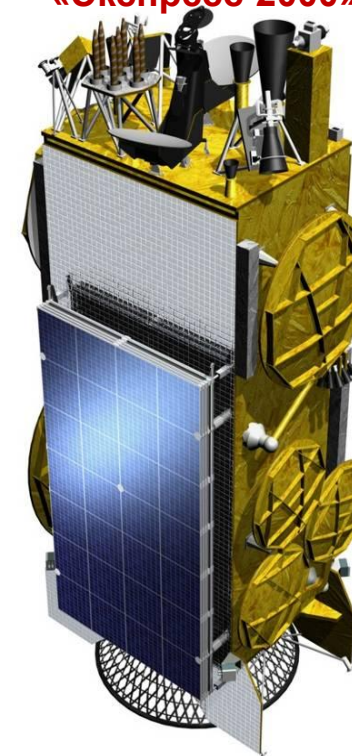
АМОS-5
ТЕLКОМ-3
Lybid
Yamal-300K
KazSat-3

КА на базе
платформы
«Экспресс
-1000SH»



Экспресс-АМ8
Экспресс-АТ1

КА на базе
платформы
«Экспресс-2000»

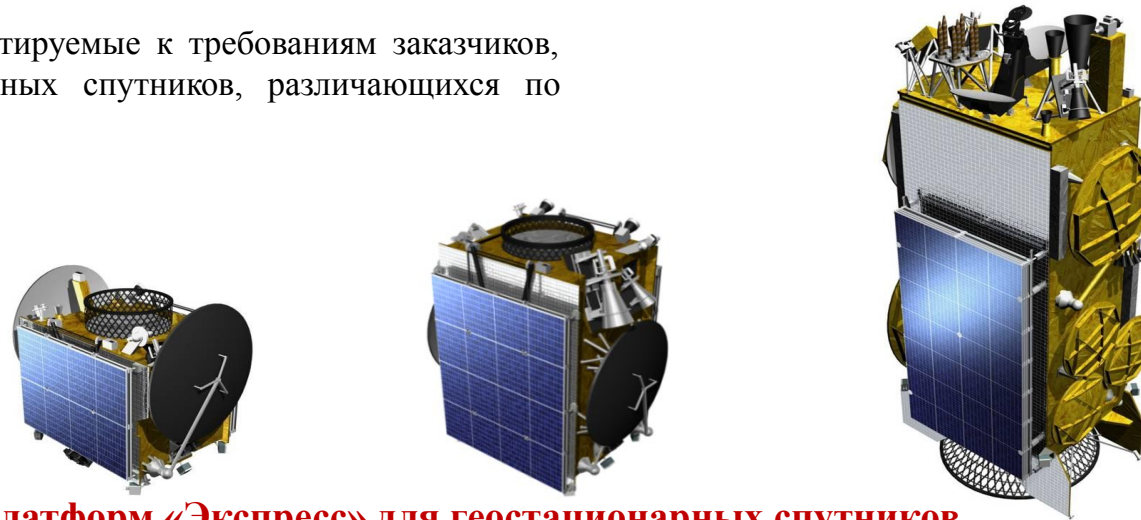


Экспресс-АМ5
Экспресс-АМ6
Ямал-401
Луч-4

Геостационарные спутниковые платформы «Экспресс»

Спутниковые платформы «Экспресс» - это новейшая разработка ИСС на рынке коммерческих связных спутников.

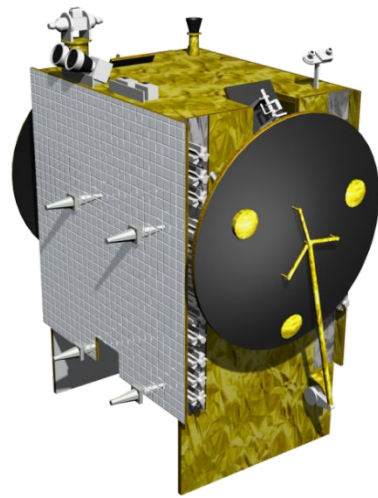
В настоящее время платформы «Экспресс», легко адаптируемые к требованиям заказчиков, используются в качестве основы телекоммуникационных спутников, различающихся по размеру, пропускной способности и мощности.



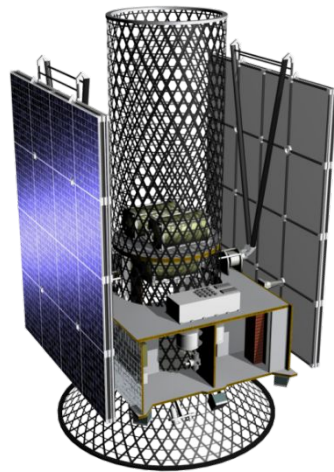
Технические возможности платформ «Экспресс» для геостационарных спутников

	Express-1000K	Express-1000H	Express-2000
Срок активного существования	15.25 лет	15.25 лет	15.25 лет
Мощность электропитания, выделяемая на полезную нагрузку	3200 W	6100 W	13000 W
Число/диаметр антенн	2-3 (Ø2m)	2-6 (Ø2.2x2.4m)	5-9 (Ø2.2x2.7m)
Число транспондеров (в эквиваленте 36 МГц)	20	70	160
Выведение:	Прямое выведение на ГСО	Прямое выведение на ГСО / <u>Довыведение на ЭРДУ</u>	Прямое выведение на ГСО / <u>Довыведение на ЭРДУ</u>
- Одиночный запуск	-	-	Протон-М
- Парный запуск	Протон-М	Протон-М	-

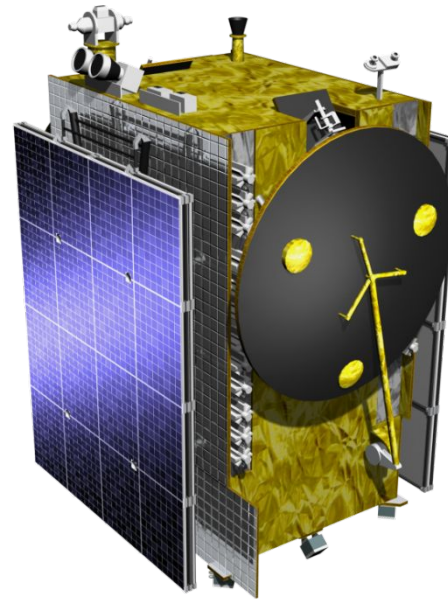
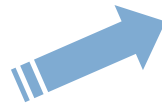
Принцип модульного создания КА связи



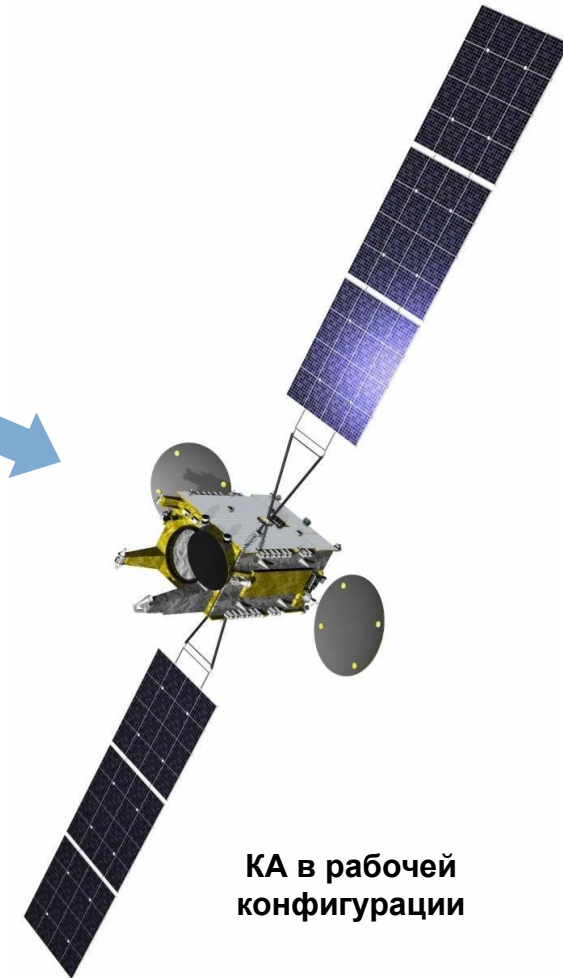
PH КА



Модуль служебных систем (MCC)





КА в стартовой конфигурации



КА в рабочей конфигурации





Спасибо за внимание!



ГОСКОРПОРАЦИЯ «РОСКОСМОС»

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ

 ЦНИИМАШ
TSNIIMASH

 РОСКОСМОС

КЛЮШНИКОВ
Валерий Юрьевич

Главный научный сотрудник
доктор технических наук
старший научный сотрудник

141070, г. Королев,
Московская область
ул. Пионерская, д. 4

Тел. раб.: +7(495) 513-44-44
Тел. моб.: +7(903)185-24-91
E-mail: wklj59@yandex.ru